

ВЛИЯНИЕ НА ФОКУСНОТО РАЗСТОЯНИЕ ВЪРХУ ДЕЙСТВИЕТО НА РЕЖЕЩИ ЗАРЯДИ

Валери Митков

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: valery.mitkov@gmail.com

РЕЗЮМЕ. В статията са представени извършените теоретична и експериментални изследвания за определяне на фокусното разстояние на режещи заряди произведени от ниско чувствителен експлозив - LSCCH – 08. Установени са факторите от които зависи фокусното разстояние, а именно конструкцията на заряда, параметрите на облицовката, характеристиките на използвания експлозив, точността на изработка и снаредяване на заряда и характеристиките на преградата.

INFLUENCE OF THE FOCUS DISTANCE ON THE PERFORMANCE OF CUTTING CHARGES

Valery Mitkov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: valery.mitkov@gmail.com

ABSTRACT. The article presents the conducted theoretical and experimental research on determination of the focus distance of cutting charges made of the low sensitive explosive LSCCH – 08. We have found factors which influence the focus distance: construction of the charge, parameters of the facing, characteristics of the used explosive, accuracy in making and filling the charge and characteristics of the obstacle.

Въведение

Кумулативни и режещи заряди най – често се използват при добива на нефт и газ, в строителството, минната промишленост и други сфери, където е необходимо раздробяване на негабарити, перфорация на сондажи, направата на дълбоки отвори в метални изделия, контролирано разрушаване на обемни конструкции и т.н.

При извършване на взривни работи в минната промишленост се получават около 5 – 8 % негабарити. Използването на кумулативни и режещи заряди (РЗ) позволяват непосредствено, без използване на взривни дупки да се разрушава породата на парчета с необходимите размери, което повишава безопасността и производителността на ВР.

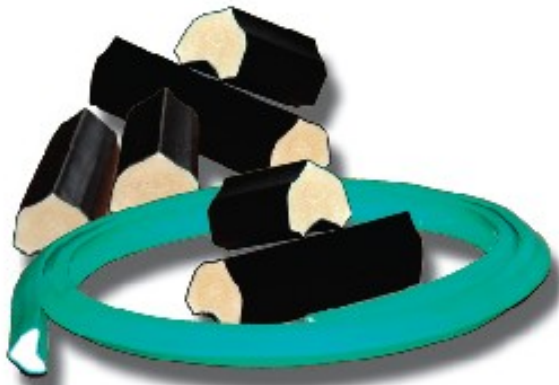
Голямото разнообразие от видове раздробявани материали, условия и начини на извършване на ВР налага разработването на много видове ососиметрични КЗ и РЗ. Използването на последните в промишлеността се определя от спецификата на тяхното действие – образуване на кумулативна струя (КС) във форма на плоска повърхност, така наречения кумулативен нож (КН), способен да извърши линейно прерязване на относителни тънки и дълги предимно метални прегради. Формата на заряда по правило повтаря формата на кумулативната облицовка (КО), което е свързано с промишлената технология за производство на РЗ. За КО традиционно се използва мед, ниско въглеродни стомани или техни прахове.

Оптимални за РЗ се смятат следните конструктивни показатели: ъгъл на отваряне на КО за стоманени и медни облицовки са съответно 90 и 100 - 110° и дебелина на облицовката – 0,03 – 0,05 ширини на нейната основа, а ефективността от действието им зависи и от условията, в които те работят, конструкцията и свойствата на преградите, които те режат (Козлов и др., 2007). Обикновено те се използват за рязане на стоманени прегради с дебелина от 4 до 30 мм. В таблица 1 са дадени характеристиките на някои РЗ.

Теоретични и експериментални изследвания

Бе извършена поредица от изследвания на действието на РЗ тип LSCCH 08, общ вид на който е даден на фиг.1, експерименталните данни от които показваха, че дълбочината на пробиване на преградата зависи от разстоянието между РЗ и преградата. Разстоянието от РЗ до преградата, при което се достига максимална дълбочина на проникване се нарича фокусно разстояние (Митков и др., 2008).

Фокусното разстояние се определя от конструкцията на РЗ, параметрите на облицовката и вида на използвания експлозив, точността на изработка на РЗ, а също от характеристиките на преградата, особено нейната плътност. Фокусното разстояние се увеличава при увеличаване на ъгъла на отваряне на коничната облицовка, повишаване мощността на експлозива, увеличаване плътността на материала на преградата и увеличаване на точността на изработка на РЗ.



Фиг.1 Общ вид на P3 LSCCH - 08

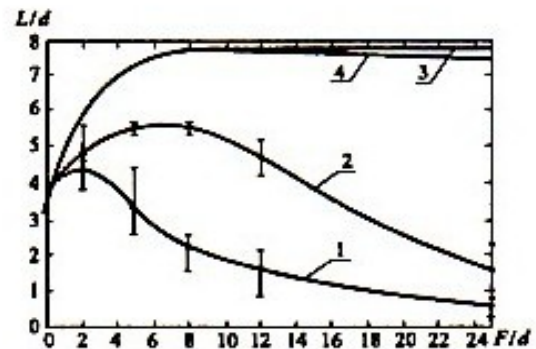
Таблица 1.
Линейни режещи заряди

Режещи заряди	Вид експлозивни	Кумулативна облицовка	Предназначение	Брой типоразмери; маса на 1m', kg
ШКЗ -шнуров и кумулативни	Еластични	Каучук с железен или меден прах	Рязане на метал 4 – 25 mm на суша и под вода	6; 0,1 – 1,1
УКЗ – удължени кумулативни	ТХ – 40, 50	Профилна медна тръба	Рязане на метал 13 – 100 mm на суша и под вода	10; 0,09 – 10,0
ЗКЛ – удължени линейни	Еластична барутна маса	Каучук с железен или меден прах	Рязане на метал 7 – 70 mm на суша и под вода	8; 0,1 – 8,2
СЗ – 13 – лентов „Варан”	Еластични	Без кумулативна фуния	Рязане на тръбо-проводни и конструкции	1; 0,5
LSCCH - 08	Еластични	Силикон с меден прах	Рязане на метал 3 – 14 mm на суша и под вода	7; 0,07 – 0,5

Както е известно, в процеса на движение на кумулативната струя (КС) тя се разтяга и при достигане на определено удължаване се разрушава на части. В резултат на несъвършенства при изработката на P3 режещият нож не е идеален и се движи не точно по оста, а се разсейва в диапазон от $0,5 - 1,5^\circ$ (Орленко, 2002). След разрушаването на РН на елементи, последните получават страничен импулс поради известна несиметричност на P3, което води до увеличение на ъгловото разсейване. Съответен принос в този процес имат и аеродинамичните сили, действащи на елементите на струята, които след

прекъсването се въртят около центъра на масата, което може да се види при рентгенови снимки. При ъгловите разсейвания протичат взаимодействия на РН със стените на формираният се кратер, при което се губи от пробивното действие. Това явление се нарича „намазване” и то съществено зависи от нивото на технологията за производство на P3. При идеалните режещи заряди намазването отсъства. Колкото по-големи са допуските при производството на P3 (страните на КО са с различни дължини, не еднаква плътност на заряда от експлозив и т.н.), толкова по-силно се проявява ефекта на намазване. В този случай се увеличава броя на елементите от РН, които проникват в преградата не съосно. Това обстоятелство намалява фокусното разстояние (Каплаков и др., 1999, Маринин и др., 2007).

Колкото по-точно е изработен P3, толкова по-голямо е неговото фокусно разстояние. Ако за обикновени P3 с коническа медна облицовка фокусното разстояние е около $(1-4) d$, то за прецизно изработени заряди то достига около $(6-8) d$ (Walters and others 1989).

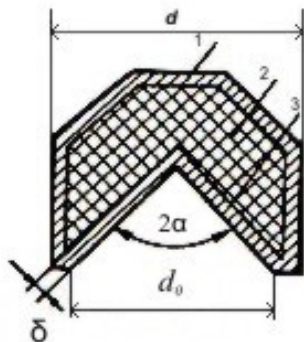


Фиг.2 Зависимост на дълбочината на проникване на КН от разстоянието на P3 до стоманена преграда.

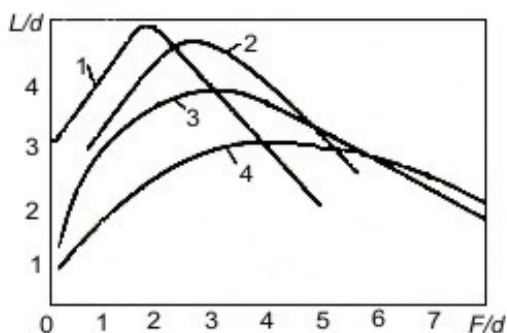
На фиг.2 са дадени сравнителни зависимости между относителната дълбочина на рязане на здрава стоманена преграда ($H_b = 3,2 \text{ GPa}$) от меден КН на P3 с диаметър d с конична облицовка и относителното разстояние на P3 до преградата при различна точност на изработката на P3. При стандартна технология на производство на P3 (крива 1), фокусното разстояние е около $2d$ и намалява значително при увеличаване на F от заряда до преградата. При заряди изработени по точна технология (крива 2), фокусното разстояние се увеличава до около $7d$ и намалява значително по-плавно. Едновременно с това се увеличава общата дълбочина L на проникване на КН, която превишава максималната дълбочина на пробиване на първия заряд (крива 1) в диапазона от разстояния $F=(2-12)d$. Кривата 3 съответства на идеално точно произведен заряд, а крива 4 отчита движението на РН от същия заряд във въздуха. Наблюдава се горна граница на допустимото разстояние на прецизни P3, които при достигане на идеална технология на изработка, фокусното разстояние е около $(8 - 10)d$, където d е диаметър на P3 (виж фиг.3). █

На фиг.4 са дадени експериментално установените зависимости между дълбочината на пробиване на преградата и разстоянието между края на заряда и

преградата за РЗ с различен диаметър с медни кумулативни облицовки с различна форма и дебелина. Крива 1 съответства на заряд с диаметър 25 mm, с конична КО, $2\alpha = 30^\circ$, $\delta = 1\text{mm}$; Крива 2 отразява резултатите на заряд с $d = 46\text{mm}$, конична КО, $2\alpha = 44^\circ$, $\delta = 1,5\text{mm}$; Крива 3 е за заряд с $d = 46\text{mm}$, конична КО, $2\alpha = 60^\circ$, $\delta = 1,5\text{mm}$ и крива 4 – $d=70\text{mm}$, полусферична КО, $\delta = 2\text{mm}$ (виж фиг.3).



Фиг.3. Характерни размери на сечение на РЗ



Фиг.4. Зависимост на дълбочината на рязане на стоманена преграда от разстоянието на РЗ до нея

Вижда се, че при увеличаване на ъгъла на разтваряне на конуса и преминаване към полусферична форма дълбочината на пробиване на преградата намалява, а фокусното разстояние се увеличава.



а)



б)

Фиг.5 Действие на РЗ в зависимост от фокусното разстояние

При това се забелязва тенденция към размиване на максимума на кривите и намаляване на техния спад след преминаване на стойност F_m , като на относително големи разстояния от преградата, кумулативните облицовки с нисък конус и полусфера имат предимство по дълбочина на пробиване на преградата пред облицовките с високи конуси. На фиг.5 са показани практически резултати от изпитанията на РЗ LSCCH – 08 при неправилно а) и правилно б) определяне на разстояние между РЗ и стоманена преграда. Вижда се, че при работа с еднакви РЗ (70g експлозив в 1 линеен метър заряд) в зависимост от правилното разположение на заряда резултатите са различни – в единия случай стоманената преграда е само огъната, а при правилно фокусно разстояние – напълно срязана.

При намаляване плътността на материала на КО и увеличаване на нейната дебелина при малко намаляване на дълбочината на срязване на преградата, фокусното разстояние също се увеличава, но по-малко. При увеличаване мощността на заряда от експлозив, с цел избягване преминаване на максимално допустимата скорост на струята, се използват облицовки с по-голяма дебелина, което води до увеличаване на диаметъра на струята и следователно, и времето и разстоянието преминавано от КО до разрушаване. Ако дебелината на облицовката се запази при изменение на характеристиките на експлозива, то и в този случай разстоянието съответстващо на разкъсване на струята се увеличава за сметка на увеличаване на скоростта на струята при запазване на нейния диаметър и време за разрушаване.

Изводи и заключение

Съществуването на фокусно разстояние е необходимо да се отчита при пресмятане действието на РЗ. За тази цел в много инженерни методики при определяне дълбочината на пробиване се въвежда корекционен коефициент, който се определя по опитен път. Този коефициент $k_F = 1$ при $F = F_m$, $k_F < 1$ при отклоняване от оптималното фокусно разстояние – и в двете посоки.

Изменението на фокусното разстояние силно зависи от процеса на разкъсване на КС. При анализ на процеса на разкъсване на КС, в зависимост от параметрите на облицовката и свойствата на експлозива, може да се обяснят причините за изменение на фокусното разстояние. При намаляване на ъгъла на разтваряне на конуса се намалява масата на облицовката, преминаваща в КС и следователно се намалява диаметъра на струята и времето за нейното разкъсване. Дълбочината на самия отвор се увеличава при намаляване ъгъла на разтваряне на конуса на облицовката, а струята образувана при такива високи облицовки, се разрушава на по-малки разстояния от края на заряда, отколкото образуваната при ниски облицовки (при големи стойности на 2α).

На малки разстояния практически цялата струя участва в процеса на проникване. При увеличаване на разстоянието ефективността на предните части нараства, а започва загуба на ефективност на задните части на струята. При по-нататъшно увеличаване на разстоянието F приноса на предните части достига своя предел и все повече задни части престават да участват в пробиването на кратера в преградата. В резултат на това на разстояния по-малки от фокусното не могат да се реализират потенциалните възможности на предните и средни части на струята, а при големи разстояния загубите на задните части превишават приноса на предните.

При прецизна технология на изработка и снаредяване зарядите имат по-малки загуби от задните части на струята.

Препоръчана за публикуване от
Катедра "Подземно строителство", МТФ

За в бъдеще е необходимо да се работи за създаване на прецизни кумулативни и режещи заряди с използване на суровини освободени при разснаредяването на излишни бойни припаси. Това ще доведе до намаляване до няколко пъти разходите за извършване на подобни взривни работи.

Литература

Калпаков В., Ладов С., Федоров С. 1999. *Инженерная методика расчета кумулятивных зарядов с полусферическими и сегментными облицовками*. Оборонная техника, 39-45.

Козлов В., Федосеев В., Колганов Е. и др. 2007. *Энергия взрыва в ломопереработке*. М., ЗАО Металургиздат.

Маринин В., Бабкин А., Колпаков В. 1995 №4. *Методика расчета параметров функционирования кумулятивного заряда*. Оборонная техника, 34-39.

Митков В., Тодоров Р., Генчев Г. 2008. *Разчет и създаване на режещи заряди от нискочувствителен експлозив V – 10*. С., Сборник доклади от МНТК - Приморско.

Орленко Л. 2002. *Физика взрыва*. М., Физматлит

Walters W.P., Zukas J.A. 1989. *Fundamentals of shaped charges*. NY., John Wiley and Sons.